

치아 석회화과정과 골성숙단계의 상호연관성에 관한 연구

차대식¹⁾ · 차경석²⁾

I. 서 론

인체는 여러가지 요인에 영향을 받으며 성장하는데 정상적인 경우 인체의 각 부위가 조화를 이루면서 성장 및 발육을 하게 된다. 전신발육의 일부분인 치아의 발육은 치아가 악골내에서 형성되어 구강내로 맹출할 때까지 일련의 연속적인 변화를 갖게되어 치아의 발육도는 개인의 성장 및 발육을 알수있는 지표가 될 수 있으며¹⁾ 골성숙단계의 평가도 인체의 성장 및 발육을 알 수 있는 지표가 될 수 있다고 하였다.¹⁾⁻⁴⁾

일반적으로, 성장시기를 평가 할 수 있는 방법에는 연령, 골령, 치령등이 있는데 연령은 같은 연령이라도 개인마다 성숙도에는 차이가 있을 수 있으므로 성숙도를 평가하는 적절한 척도가 되지 못한다.^{3),5)-7)}

치아의 성숙도를 평가하는 방법에는 치아맹출도에 따른 방법과 치아석회화과정에 따라 평가하는 방법이 있으며 치아맹출도에 따른 평가방법은 유치의 조기상실 및 만기잔존, 유착치등과 같은 여러가지 환경요인에 의해 영향을 많이 받으며⁸⁾ 또한 유치열 완성시기 이후부터 제1대구치맹출시기까지 같은 연령으로 표시되는 단점이 있다.^{1),2),9)-21)} 치아석회화과정은 환경적 요인에 영향을 덜 받음으로 치아성숙도를 평가하는데

더욱 적합하다고 할 수 있다고 하였다.¹⁾

신장의 사춘기 최대성장은 안면골격의 사춘기 최대성장과 거의 일치하나 신장의 측정시 성장기동안 주기적인 계측이 필요하며 또한 최대성장기가 지난 후에야 감별될 수 있는 문제점이 있다. 부정교합의 치료계획시 악안면골의 발육을 한번의 진단자료로 환자의 성장상태를 알 수 있어야 하므로 성장시기를 예측하기 위해 골성속도를 이용하는데, 골성속도의 평가에 가장 흔히 사용되는 것은 수완부방사선사진이며 이는 유용한 정보를 제공하고 쉽게 평가 할 수 있으며 적은 비용과 시간으로 골성속도에 관한 정보를 얻을 수 있기 때문이다.^{7),22),23),28)} 평가방법으로는 Greulich and Pyle²⁴⁾에 의한 골격연령의 추정을 위한 표준도해 및 Fishman법⁴⁾의 수완부골이 화골화되는 순서에 따른 방법등이 있다.

치아 석회화과정과 골성속도간의 연구도 많이 시행되었는데,^{12),25),26),28)} Engström은 하악제3대구치의 석회화과정과 수완부방사선사진을 이용한 골성속도와와의 관계를 조사하여 높은 상호관계가 있음을 보고하였다.²⁵⁾ Sierra는 치아석회화과정과 골성속도간의 상호관계가 높음을 보고하였고,²⁾ 안은 수완부의 화골화와 치아의 발육정도는 비례하여 나타난다고 하였다.²⁵⁾ 본 연구는 임상적으로 판독이 용이한 치아석회화과정 평가방법 및 골성속도 평가방법을 이용하여 다소의 지견을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

접수일자 : 10월 1일

¹⁾단국대학교 치과대학 치과교정학교실, 전공의

²⁾단국대학교 치과대학 치과교정학교실, 부교수

II. 연구대상 및 연구방법

1. 연구대상

본 연구에 사용된 자료는 단국대학교 치과대학 부속 치과병원에 내원한 8세부터 15세까지 남녀 342명에 대한 orthopantomogram과 Hand-wrist radiogram을 이용하였으며 연구의 정확성을 위해 다음 사항을 제외하였다.

1. 선천적 기형인 경우 즉 구순파열 및 구개파열의 경우
2. 교정치료의 경험이 있는 경우
3. 치과보철물이 있는 경우

이들의 성별 및 연령별 분포는 Table I.과 같다.

Table I. Number of subjects

	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
Male	14	19	25	29	23	17	15	15	157
Female	18	22	28	35	29	24	19	10	185
M + F	32	41	53	64	52	41	34	25	342

2. 연구방법

(1) 치아 석회화과정 평가

342명의 orthopantomogram을 이용하여 좌측의 하악제1소구치, 하악제2소구치, 하악제2대구치, 하악제3대구치의 석회화과정을 평가하였다. 판독법은 Demirjian²⁷⁾법에 따라 치배에서 석회화되는 시기를 1단계로 하여 치근단이 폐쇄되는 8단계까지 8단계로 나누었다. 각 형성단계에 대한 평가기준은 Fig.1과 같다.

(2) 수완부골 성숙단계의 평가

342명의 수완부방사선사진을 Fishman¹⁶⁾법에 따라 분류하였는데 좌측 수완부의 엄지, 셋째, 다섯째 수지와 요골(radius)에서의 골성숙도를 이용

하여 11단계의 skeletal maturity indicator (SMI)로 나누어서 평가하였다. (Table II, Fig.2 & 3)

(3) 통계처리

치아 석회화과정과 골성숙단계의 상호관계를 조사하기 위해 linear regression analysis에 의해 통계처리했다. 남녀간의 차이는 unpaired t-test에 의해 통계적 유의성을 검정하였다.

III. 연구성적

연령과 하악제3대구치, 하악 제2대구치, 하악 제2소구치의 치아 석회화과정간의 상호관계가 통계적으로 유의성이 매우 높게 나타났으며, (P < 0.0001) 하악제1소구치도 통계적 유의성이 있었다. 연령과 골성숙단계의 상호관계를 볼때 남자 및 여자에서(남자 R=0.834, 여자 R=0.792) 상호연관성이 높게 나타났으며 통계적 유의성도 높게 나타났다. (Table III & IV)

골성숙단계와 하악 제3대구치, 제2대구치, 제2소구치, 제1소구치의 치아 석회화과정과는 상호연관성이 매우 높게 나타났다. (P < 0.0001) (Table V) 각 SMI단계의 치아 석회화과정의 평균값은 SMI단계와 비례하여 나타났다. (Table VI) 하악 제3대구치의 치관형성기를 볼때 SMI9-10단계에서 이루어졌으며, 하악 제2대구치는 SMI1단계에서 이루어 졌다. 치근이 거의 완성되는 시기인 치아 석회화과정 7단계는 하악 제2대구치가 SMI8-9단계, 하악 제2소구치가 SMI6-7단계, 하악 제1소구치는 SMI5-6단계로 나타났다.

각 SMI단계에서 t-value가 positive인 것으로 보아 다소 남자가 여자보다 치아석회화 평균값이 높았으나, 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다. (Table VIII-1 & 2)

SMI1-4단계에서는 하악 제2대구치, 하악 제1소구치, 하악 제2소구치가 통계적으로 유의성이 있었으며, (P < 0.0001) SMI5-8단계에서는 하악 제2대구치 및 하악 제2소구치가 통계적으로 유의성이 있었으며, (P < 0.0001) SMI9-11단계에서는 하악 제3대구치가 통계적으로 유의성이 있었다. (P < 0.0001) (Table VIII-X)

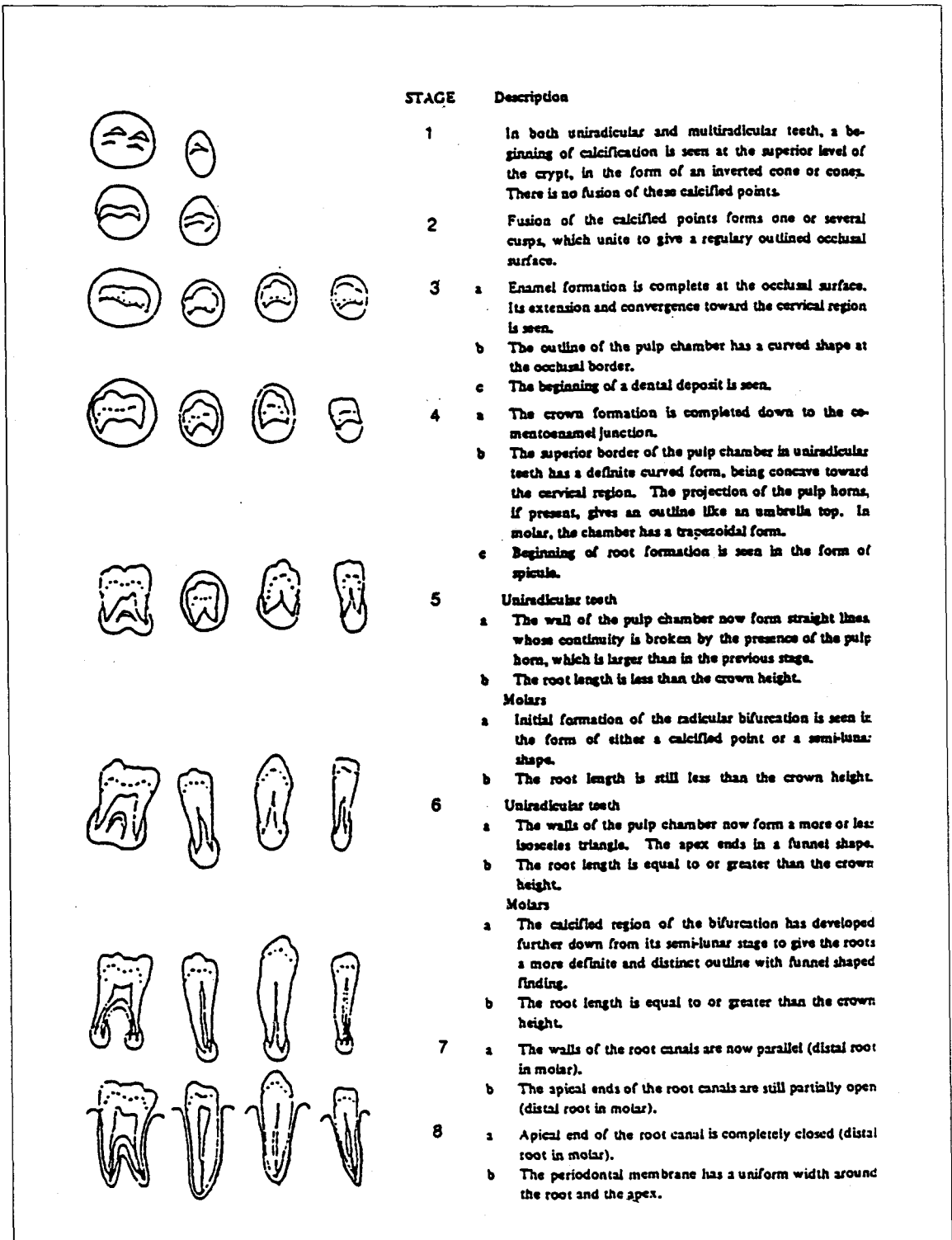


Fig. 1. The stages of tooth calcification

Table II. Skeletal Maturity Indicators (SMI)

Width of epiphysis as wide as diaphysis
1. Third finger - proximal phalanx
2. Third finger - middle phalanx
3. Fifth finger - middle phalanx
Ossification
4. Adductor sesamoid of thumb
Capping of epiphysis
5. Third finger - distal phalanx
6. Third finger - middle phalanx
7. Fifth finger - middle phalanx
Fusion of epiphysis and diaphysis
8. Third finger - distal phalanx
9. Third finger - proximal phalanx
10. Third finger - middle phalanx
11. Rajuis

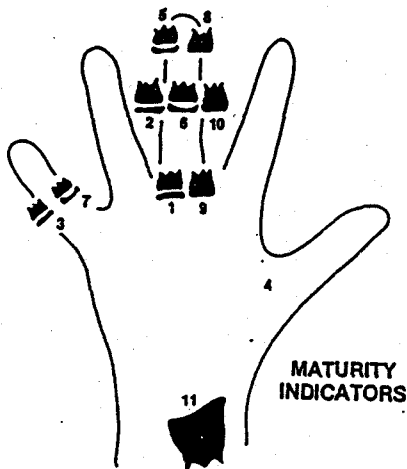


Fig. 3. Eleven skeletal maturity indicators (SMIs)

Table III. Chronologic age & Dental calcification

	R	R-squared	t- value	P
8	0.648	0.419	15.698	0.0001
7	0.791	0.648	24.537	0.0001
5	0.785	0.616	23.396	0.0001
4	0.219	0.048	4.152	0.001

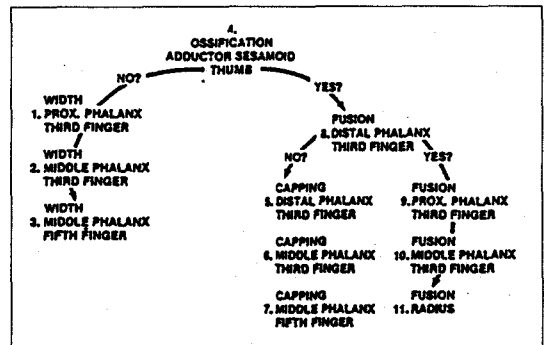


Fig. 2. Hand-wrist observation scheme

Table IV. Skeletal maturity & Chronologic age

	R	R-squared	t-value	P
M	0.834	0.685	18.816	0.0001
F	0.792	0.672	17.545	0.0001
M + F	0.782	0.612	23.186	0.0001

Table V. Skeletal maturity & Dental calcification

	R	R-squared	t-value	P
8	0.738	0.545	19.772	0.0001
7	0.817	0.667	26.130	0.0001
5	0.802	0.664	24.823	0.0001
4	0.762	0.580	21.702	0.0001

Table VI. Mean dental calcification stage at each SMI

	Man. 3rd M	Man. 2nd M	Man. 2nd Pm	Man. 1st Pm
1	0.21	4.02	4.81	5.46
2	0.78	4.57	5.32	5.93
3	1.01	4.87	5.68	6.23
4	1.65	5.14	6.09	6.53
5	2.01	5.52	6.49	6.94
6	2.56	5.99	6.94	7.33
7	2.73	6.33	7.21	7.51
8	3.21	6.78	7.42	7.78
9	3.58	7.25	7.59	7.84
10	4.46	7.42	7.69	7.94
114.91	4.91	7.73	7.96	8

Table VII-1. T-test for differences in dental calcification & skeletal maturity between male & female (t-value)

	S 1	S 2	S 3	S 5	S 5	S 6
Man. 3rd M	1.01	1.52	1.54	0.85	0.99	1.32
Man. 2nd M	0.87	1.58	0.96	1.35	1.23	1.27
Man. 2nd Pm	1.35	0.67	0.87	1.54	1.21	1.42
Man. 1st Pm	0.98	1.21	0.78	0.52	1.57	1.02

Table VII-2. T-test for differences in dental calcification & skeletal maturity between male & female (t-value)

	S7	S8	S9	S10	S11
Man. 3rd M	1.28	0.97	1.36	0.68	1.23
Man. 2nd M	1.46	1.15	1.48	1.29	1.27
Man. 2nd Pm	1.52	1.58	1.25	1.32	0.98
Man 1st Pm	1.20	1.61	1.32	1.41	1.21

Table VIII. Skeletal maturity & Dental calcification at SMI 1-4

	Mean	SD	SE	Significance
Man. 3rd M	0.93	1.09	0.08	**
Man. 2nd M	4.71	0.94	0.07	***
Man. 2nd Pm	5.51	0.88	0.06	***
Man. 1st Pm	6.07	0.89	0.06	***

P<0.0001*** P<0.001** P<0.01*

Table IX. Skeletal maturity & Dental calcification at SMI 5-8

	Mean	SD	SE	Significance
Man. 3rd M	2.66	1.32	0.14	**
Man. 2nd M	6.25	0.88	0.09	***
Man. 2nd Pm	6.82	0.72	0.07	***
Man. 1st Pm	7.41	0.70	0.07	**

P<0.0001*** P<0.001** P<0.01*

Table X. Skeletal maturity & Dental calcification at SMI 9-11

	Mean	SD	SE	Significance
Man. 3rd M	4.45	0.93	0.13	***
Man. 2nd M	7.43	0.54	0.08	**
Man. 2nd Pm	7.8	0.43	0.06	**
Man. 1st Pm	7.96	0.03	0.03	NS

P<0.0001*** P<0.001** P<0.01*
NS : no significant

IV. 총괄 및 고안

인체의 성장 및 발육은 각 부위별로 다양한 형태로 개개인마다 성장시기가 다르게 나타난다. 따라서 교정치료에 있어서 성장시기를 예측하는 것은 매우 의미 있는 일이다. 성장시기는 개개인

마다 매우 다양하게 나타나므로, 신장, 골성속도, 치아 석회화과정 및 소녀의 초경의 상관관계를 알기위해 많은 연구가 이루어져 왔다.

골성속도를 평가하는 여러가지 방법이 있으나 Greulich and Pyle²⁴⁾법과 Tanner¹⁷⁾의 TW₂법은 실제 임상적으로 사용하기가 너무 복잡하므로 본 연구에서는 실제 임상적으로 판독이 용이한 Fishman⁴⁾법에 의해 골성속도를 평가하였다.

치아 석회화과정의 평가시 너무 많은 단계로 석회화과정을 나누는 것은 부적절하다고 사료되는데, 많은 치아 석회화과정분류법이 치근의 형성단계를 1/3, 1/2, 3/4 등으로 분류하는데 이는 치아가 완전 형성되기 이전에는 이를 나누어서 판독하기란 어려움이 있다고 사료되어 본 연구는 치근의 형성단계를 치근부의 형태 및 bifurcation 부위의 형성단계로 분류한 Demirjian²⁷⁾법에 의해 치아석회화과정을 평가 하였다.

치령과 골령의 상호관계를 연구한 다소의 논문은, 연구대상을 너무 어린 사람을 대상으로 하였고, 치령을 평가하는 방법이 치아의 맹출수 혹은 한 치아에 국한되어 발육의 변화를 파악했고, 수완부골의 화골화된 골수만으로 골령을 평가함으로써 골령과 치령간에 낮은 상호연관성을 나타냈다.⁸⁾

Chertknow¹⁰⁾는 백인 아동 159명과 흑인 아동 38명을 대상으로 치아 석회화과정과 골성숙단계의 상호연관성을 조사한 결과 인종간의 차이가 많음을 지적하였다. 이는 백인 아동에 비해 흑인 아동의 조사대상이 적고 하악 견치로만 치아 석회화과정을 평가했으므로 이러한 결과가 나온 것으로 사료된다.

Lewis⁸⁾의 연구는 694명을 대상으로 치령은 Bolton Standard of Dentofacial Developmental Growth⁷⁾로 측두 방사선사진을 판독하여, 평가했으며 골령은 좌측 수완부방사선사진을 이용하여 Greulich and Pyle²⁴⁾법으로 골령을 평가하여 조사한 결과 연령보다 골령 및 치령이 변이가 컸으며, 치령이 골령보다 약간 변이가 더 컸다고 하였는데, 이방법은 치령을 평균연령으로 평가하였으므로 치아 석회화과정과 골성숙 단계의 상호관계를 측정하는데는 적합하지 않다고 사료된다. Demirjian¹²⁾은 6세에서 15세의 불란서계 백인 아동을 대상으로 초경, 신장의 사춘기 최대성장시기, 골성숙도, 치아 석회화과정간의 상호관계를 조사하여 치아 석회화과정이 다른 성숙도와 상관관계가 낮음을 보고하였다. 그러나 이는 치아 성숙도 평가시 이미 치근단이 폐쇄된 하악 중절치, 하악 측절치, 하악 제1대구치를 포함하여 누적시켜 평가 했으므로 이러한 결과가 나타난 것으로 사료된다.¹¹⁾ 본 연구는 아직 치근단의 폐쇄가 일어나지 않은 8-15세의 하악의 제1소구치, 제2소구치, 제2대구치, 제3대구치의 석회화과정과 골성숙단계를 상호비교함으로써 골의 성숙도와 비례하여 치아석회화과정이 진행됨을 알 수 있었다.

Green³⁰⁾은 8-12세의 백인소년 56명을 대상으로 치아 석회화과정, 신장, 체중, 연령과의 상호관계를 조사하여 연령과 치아 석회화과정이 가장

높은 상호연관성이 있다고 하였는데 본 연구에서도 연령과 치아 석회화과정간에 상호관계가 통계적으로 유의성이 높게 나타났다. Sierra²⁾의 연구는 8-12세의 교정치료를 받은 아동을 대상으로 골성숙도와 치아 석회화과정간의 상호연관성을 조사하여 통계적으로 높은 유의성이 있다고 하였다. 그러나, 다른 모든 연구에서는 대상을 교정치료를 받지 않은 사람을 대상으로 하였다. 이는 교정치료가 치아 석회화과정과 골성숙도간에 어떠한 영향을 미치는가를 고려하지 않은 것 같다.

본 연구는 연구대상을 cross-sectional로 하였기 때문에 longitudinal한 연구대상보다는 연구결과와의 신뢰도가 낮을 수 있으므로 이러한 단점등을 보완하여 앞으로 보다 나은 연구가 시행되어야 한다고 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 단국대학교 치과대학부속 치과병원에 내원한 8세부터 15세의 교정치료 받기전 환자 342명(남185명, 여187명)의 orthopantomogram을 촬영하여 하악제3대구치, 하악 제2대구치, 하악 제2소구치, 하악 제1소구치의 석회화과정을 8단계로 나누어 평가했으며, 수완부방사선사진을 이용하여 골성숙도를 11단계로 나누어서 평가하여 치아 석회화과정과 골성숙단계의 상호관계를 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 연령과 치아 석회화과정 및 골성숙 단계간에는 상호연관성이 높게 나타났다.
2. 치아 석회화과정과 골성숙 단계간에는 상호연관성이 높게 나타났으며, 남녀 간에는 통계적으로 유의한 차이는 없었다.
3. SMI1단계에서 4단계까지는 하악 제2대구치, 하악 제2소구치, 하악 제1소구치가 통계적으로 유의성 매우 높았고, SMI 5단계에서 8단계까지는 하악 제2대구치, 하악 제2소구치가 통계적으로 유의성이 매우 높았으며, SMI9단계에서 11단계에서는 하악 제3대구치가 통계적으로 매우 유의성이 높았다.

REFERENCES

1. 차경석 : 정상 교합자의 치아 석회화과정과 사춘기 성장에 관한 연구, 서울 치대 논문집, 11 : 341-368, 1987.
2. A.M. Sierra : Assessment of Dental and skeletal maturity. A new approach. Angle Orthod., 57 : 194-208, 1987.
3. Fishman, L.S. : Chronological versus skeletal age, an evaluation of craniofacial growth. Angle Orthod., 49 : 181-189, 1979.
4. Fishman, L.S. : Radiographic evaluation of skeletal maturation. A clinical oriented method based on hand wrist films. Angle Orthod., 52 : 88-112, 1982.
5. Fishman, L.S. : Maturational patterns and prediction during adolescence. Angle Orthod., 57 : 178-193, 1987.
6. Rothenberg, L.H. : Assessment of physical maturation and somatomean levels during puberty. Am. J. Orthod., 71 : 666-677, 1977.
7. Maj, G., and Luzi, C. : Longitudinal study of Mandibular growth between nine and thirteen years as a basis for an attempt of its prediction. Angle Orthod., 34 : 220-230, 1964.
8. Lewis, A.B. : Comparisons between dental and skeletal age. Angle Orthod., 61 : 87-92, 1987.
9. Chertknow, S., and Fatti, P. : The relationship between tooth mineralization and early radiographic evidence of the ulnar sesamoid. Angle Orthod., 49 : 282-288, 1979.
10. Chertknow, S. : Tooth mineralization as an indicator of the pubertal growth spurt. Am. J. Orthod., 77 : 79-91, 1980.
11. Lewis, A.B., Garn, S.M. : Relationship between tooth formation and other maturational factors. Angle Orthod., 30 : 70-77, 1960
12. Demirjian, A., Buchang, P.H., Tanguay, R., and Patterson, D.K. : Interrelationships among measures of somatic, skeletal, dental and sexual maturity. Am. J. Orthod., 88 : 433-438, 1985.
13. Hagg, U. & Taranger, J. : Maturation indicators and the pubertal growth spurt. Am. J. Orthod., 82 : 299-309, 1982.
14. Marshall, D. : Radiographic correlation of hand wrist, and tooth development, Dental radiography and photography. 49 : 51-72, 1976.
15. Marshall, W.A. : Human growth and its disorders, Academic Press. London, 1977.
16. Meiedith, H.V. : Relation between the eruption of selected mandibular permanent teeth and circum-pubertal acceleration in stature. Journal of dentistry for children, 75-78, 1958.
17. Tanner, J.M., Whitehouse, R.H. & Marshall, W.A. : Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (Tw2 Method) , Academic Press, 1975.
18. Lamons, F.F., and Gray, S.W. : A study of the relationship between tooth eruption age, skeletal developmental age, and chronologic age in sixty-one Atlanta children, Am. J. Orthod., 44 : 687, 1958.
19. Magnusson, T.E. : Emergence of permanent teeth and onset of dental stages in the population of Iceland, Community Dent., Oral Epidemiology., 4 : 30-37, 1976.
20. Nanda, R.S., and Taneja, R.C. : Growth of face during the traditional period, Angle Orthod., 42 : 165-171, 1972.
21. Schour, I., and Massler, M. : Studies in tooth development : the growth pattern of human teeth. Part I and II, J. Am. Dent. Assoc., 27 : 1778, 1918, 1940.
22. 김형일, 이동주 : "부정 교합자의 사춘기 성장과 수완 부골성숙 단계에 관한 누년적 연구", 대치교지, 14 : 123-136, 1989.
23. Helm, S., Sierback-Nielsen, S., Skieller, V. & Bjork. A : Skeletal maturation of the hand in relation to maximum pubertal growth in body height. Tandlae gebladet, 75 : 1222-1234, 1971.
24. Greulich, W. W. & Pyle, S.I. : Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist. 2nd edition, Stanford University Press, Standford, 1959.
25. 안형규, 유동수, 박태원 : "한국인 아동에 있어서 완 골과 치령에 대한 연구" 대한치과방사선학회지, 3 : 69-80, 1973.
26. Engström C., Engström, H., and Soren. S., Lower third molar development in relation to skeletal maturity and chronologic age. Angle orthod, 53 : 97-106, 1983.
27. Demirjian, A., and Goldstein, H. : New systems for dental maturity based on seven and four teeth. Annals of Human Biology, 3 : 411-421, 1976.
28. Broadbent, B. H., Sr. Broadbent, B.H. Jr., Golden, W.H. : Bolton standards of dentofacial developmental

- growth. p166 G.V. Mosby, St. Louis, Mo., 1975.
29. Tanner, J.M. : Foetus into man, physical growth from conception to maturity, Harvary University Press, Cambridge, Massachusetts, 1978.
30. Green,L.J., : The interrelationships among height, weight, and chronologic age, dental and skeletal age. A.O., 31 : 189-193, 1961.

-ABSTRACT-

A STUDY ON THE COMPARISONS BETWEEN DENTAL CALCIFICATION AND SKELETAL MATURITY

Dae-Sik Cha · Kyung-Suk Cha

Department of Orthodontics, College of Dentistry, Dankook University

This study was conducted on 342 patients(male 157,female 185)aged 8 to 15 years old, who visited Dankook University Dental Hospital. Pre-orthodontic treatment orthopantomograms were used to assess the dental calcification stages of mandibular 3rd molar, 2nd molar, 2nd premolar and 1st premolar by 8 stages.(by Demirjian)

Hand-wrist radiogrms were used to evaluate the skeletal maturity in 11 stages.(by Fishman)

Following results were obtained after investigating the correlationship between dental calcification and skeletal maturity.

1. Chronologic age showed high correlation to dental calcification and skeletal maturity.
2. Dental calcification and skeletal maturity showed high correlation and no statistical difference was observed between male and female.
3. SMI stages 1 to 4 showed high stastical significance to mandibular 2nd molar, 2nd premolar and 1st premolar. SMI stages 5 to 8 showed high stastical significance to mandibular 2nd molar, 2nd premolar. SMI stages 9 to 11 showed high statistical significance to mandibular 3rd molar

KOREA J. ORTHOD. 1994 ; 24(4) : 841-849

Key words : Dental calcification, Skeletal maturity, Correlationship